Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona)

Francesc X. ROIG-MUNAR, Josep PINTÓ i José Ángel MARTÍN-PRIETO

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Pintó, J. i Martín-Prieto, J.A. 2009. Descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras, Alt Empordà- Costa Brava, Girona). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 81-92. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Es realitza la descripció geoambiental i paisatgística del sistema platja-duna de cala Borró (cap Ras), situat al municipi de Colera (Alt Empordà). El sistema dunar es troba vinculat a tres cales de petit ordre i es desenvolupa amb orientació N-S seguint els pendents topogràfics de les reduïdes conques torrencials associades. Trobem coalescència de formes dunars a les zones més altes del cap, les quals foren fixades per pins a mitjans del segle passat.
Paraules clau: duna, descripció geoambiental, paisatge litoral, cala Borró, Alt Empordà.

GEOAMBIENTAL AND LANDSCAPE DESCRIPTION OF THE BEACH-DUNE SYSTEM OF CALA BORRÓ (CAP RAS, ALT EMPORDÀ-COSTA BRAVA, GIRONA). The geoambiental and landscape description of the beach-dune system of Cala Borró, (Cap Ras), placed in the town of Colera (Alt Empordà), is carried out. The dunar system, developed with orientation and N-S, links three beach pockets following the topographic slopes of the torrential basins. We find coalescence of dunes in the upper zones, which were possibly an object of reafforestation in the 19th C. to avoid erosion.
Keywords: beach pocket, beach-dune system, geoambiental description, coastal landscape, cala Borró, Alt Empordà.

Francesc X. ROIG-MUNAR y José Ángel MARTÍN-PRIETO; Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Carretera Valldemossa Km 7,5, Palma de Mallorca; Josep PINTÓ Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP), Universitat de Girona, Plaça Ferrater Mora, 1. 17071 Girona.

Recepció del manuscrit: 10-jul-09; revisió acceptada: 30-des-09

Introducció

Segons la bibliografia consultada podríem considerar que els sistemes platja-duna de la Costa Brava (Girona) és redueixen als cordons litorals que es troben a les planes d'inundació del golf de Roses (Alt Empordà), i als de l'arc de Pals (Baix Empordà), els quals han estat descrits i analitzats a nivell geològic i geomorfològic per Marqués i Julià (1983, 1987), Cros i Serra (1990, 1993), Vilar *et al.* (1994), i Barriocanal i Gesti (2004). No obstant encara queden sistemes platja-duna de reduïdes dimensions que no han estat objecte d'estudi o anàlisi morfològica, tot i existir referències de tipus botànic (Pintó i Panareda, 2007). Aquests sistemes de petit

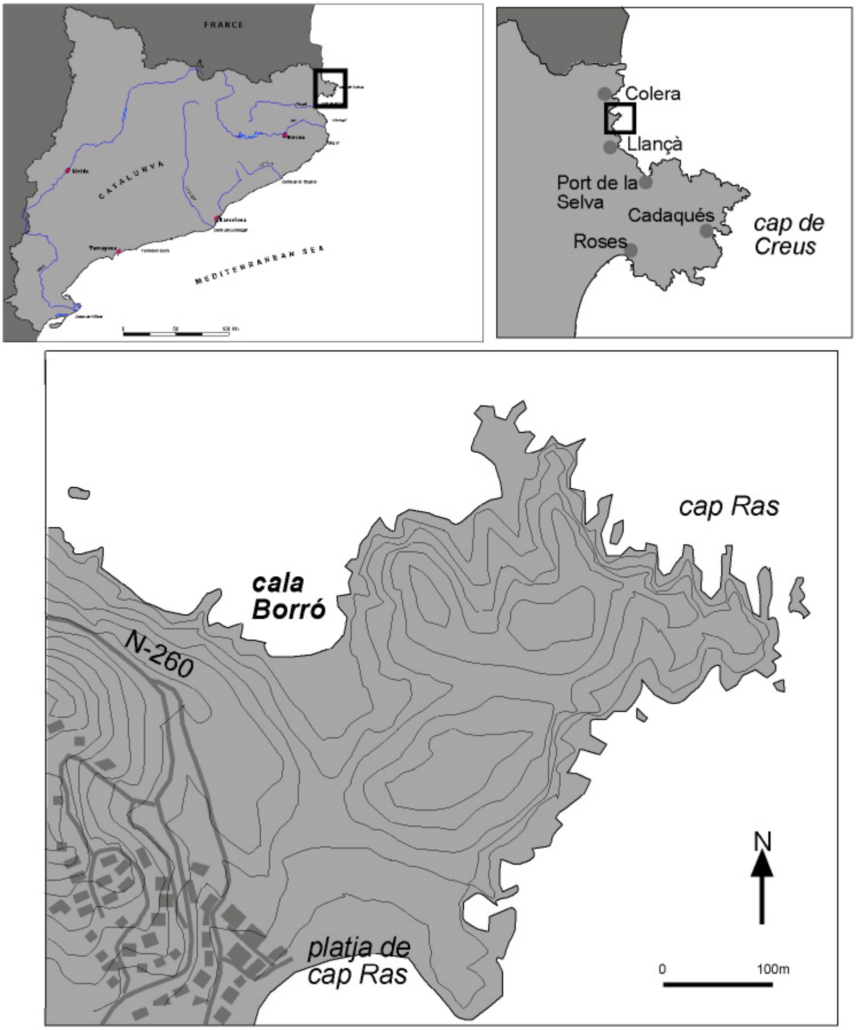


Fig. 1. Localització del sistema platja-duna de Cala Borró (terme municipal de Colera, Alt Empordà).
Fig. 1. *Location of beach-dune system of Cala Borró (Colera, Alt Ampordà).*

ordre presenten força interès degut a la seva particular dimensió i situació. Si bé és cert que la majoria dels sistemes platja-duna apareixen cartografiats a les cartes geològiques, diferenciant gairebé tots els sectors del sistema, els de petit ordre queden enfosquits per la magnitud de la geologia que els envolta, i són inexistents els treballs que a ells fan referència com a sistemes actius amb presència de formes dunars. El cas que ens ocupa, la cala Borró o de les Assutzenes, està situada a la península del cap Ras, terme municipal de Colera (Fig. 1), i constitueix un sistema

platja-duna actiu associat a cales de petit ordre. Tot i això aquest sistema no apareix cartografiat a la darrera versió de la carta geològica de la zona (ICC, 2000).

Litologia

La totalitat dels materials que es troben a la península de cap Ras (Fig. 1) pertanyen a litologies corresponents a l'Ordovicià superior (Caradocià), més concretament a les unitats del Cambroordovicià. Es tracta de materials que presenten alternança d'ordre centimètric i decimètric de nivells de gresos de gra fi i nivells de lutites i grauvaques de gruix mètric. Es diferencien intercalacions de roques leucocràtiques com les que constitueixen el gneis del Port de la Selva i dels entorns més immediats. Les grauvaques, mal classificades i de poca maduresa textural, es poden interpretar com a vulcanoderivades, i les estructures sedimentàries més freqüents són gradacions positives i marques de base. En al cas de cap Ras aquests materials han estat modelats per una petita xarxa torrencial d'escàs recorregut, en direcció S-N, que han donat lloc a una morfologia de cales associades: cala Borró i cala Borró Petit, situades al vessant nord del cap. Just en aquestes cales es desenvolupen morfologies de platja-duna holocenes, amb una direcció nord-sud.

Descripció geomòrfica

El sistema dunar, en conjunt, està compost de tres unitats de morfologies platja-duna independents a les seves bases, i associades a dues cales vinculades a tres canals torrencials de petita conca i amb capçaleres situades a la carena, amb una altitud no superior als 30 m (Fig. 2). El sistema dunar ocupa una extensió conjunta de 18.463 m^2, i es troba condicionat per processos d'escolament superficial, la dinàmica marina i l'encaixament i el desenvolupament de canals força marcats de torrents d'escàs recorregut i fort pendent.

S'observa un domini torrencial de caràcter mediterrani amb aportació de materials provinents dels costers més propers de cadascun dels torrents o canals de drenatge, que donen lloc a la imbricació de materials de deposició de caire torrencial sobre les formes dunars efímeres i sobre les semiconsolidades.

Aquests costers, amb altituds màximes de conca no superiors als 30 m i trams de recorregut a l'entorn dels 200 m, presenten força estabilitat i regularització per la presència de vegetació de port herbaci al llarg dels recorreguts, i de port arbori a les capçaleres de les petites conques. No s'aprecien forts processos d'escolament superficial, ni fenòmens erosius de caire hídric al llarg de la platja i dels sistemes dunars.

Per altra banda, la platja emergida presenta una associació directa amb la platja submergida, la qual compta amb la presència de pradells de *Posidonia oceanica*, que en aquests zona N de la Costa Brava és on el seu estat de conservació és millor, en relació a la resta del litoral català (Romero, 2002). Aquesta planta és la productora d'un important percentatge de sediment que trobem a les zones emergides (platja-duna). De forma esporàdica, sobre la zona de batuda de l'onatge a la platja de cala Borró, s'observen bermes d'acumulació de restes de fulles mortes de *Posidonia oceanica* (Fig. 3), de potències variables que poden arribar al 1,5 m, fet que implica l'arribada de sediment de tipus bioclàstic a la platja emergida, ja sigui en forma de barres o bé imbricat dins les propies bermes vegetals

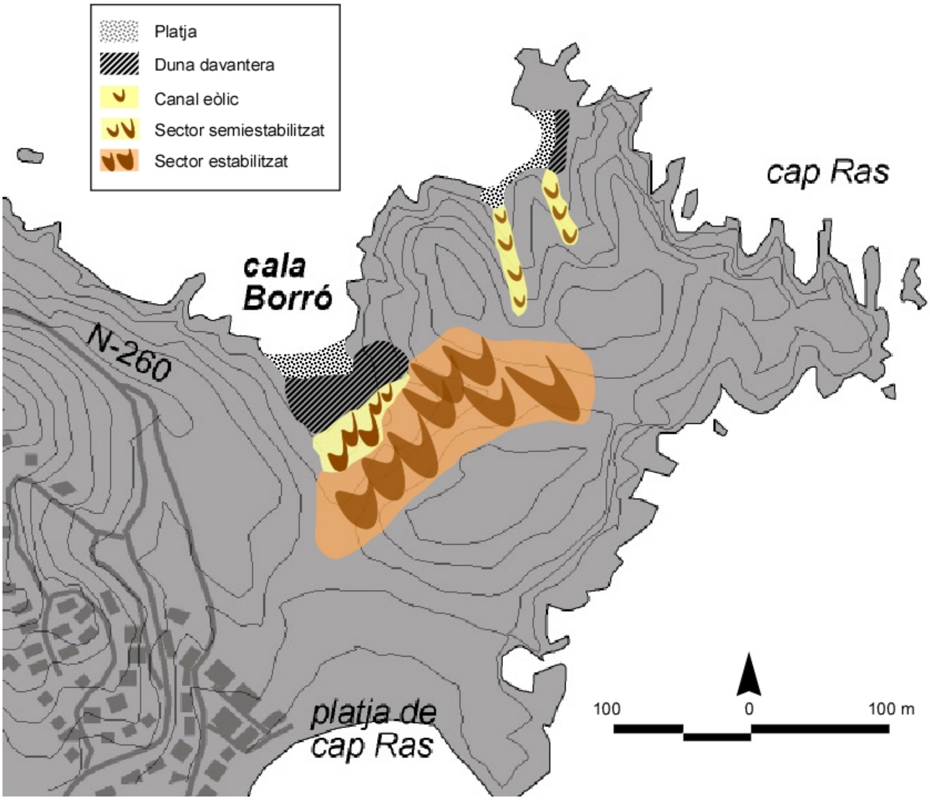


Fig. 2. Mapa geomorfològic del sistema platja-duna de cala Borró.
Fig. 2. *Geomorphological map of Cala Borró beach-dune system.*

(Roig-Munar *et al*., 2007).

Pel que fa a la sedimentologia, a la platja es poden apreciar unes textures de gra força homogènies, amb sediment fi amb un elevat percentatge d'elements carbonatats i bioclàstics, tot i que també destaca a la zona de batuda d'onatge i platja submergida la presència de material litoclàstic provinent de les esllavissades puntuals de les formacions superficials, l'aportació torrencial de la riera de Garbet, i en menor mesura de les conques de cap Ras, i l'erosió dels penya-segats litorals. De forma esporàdica es troben també morfologies de *beach cups* formades per material litoclàstic d'ordre decimètric força arrodonit sobre la platja alta.

Descripció del sistema dunar

Les característiques de base d'aquest sistema platja-duna obliguen a fer una descripció separada per cales, tot i que a les zones de capçalera es poden observar fenòmens de coalescència de mantells eòlics remuntants no consolidats i formes dunars semiestabilitzades i estabilitzades,



Fig. 3. Acumulacions de bermes de *Posidonia oceanica* sobre la zona de batuda de la platja de cala Borró.
Fig. 3. *Berms acumulacions of* Posidonia oceanica *over swash zone of Cala Borró beach.*

donant lloc a una sola unitat dunar a la part més elevada, al voltant dels 30 m, amb tres fonts d'alimentació de base, ubicades a les dues cales i els tres canals (Fig. 2).

La cala de Borró disposa d'un sistema dunar associat a una línia de costa d'uns 82 m d'amplada, confinada entre penyals regularitzats de baixa alçada als seus dos costats. La platja emergida presenta una amplada variable al voltants dels 15 m, fins els primers talussos de les morfologies dunars davanteres. Aquesta es troba vinculada a la llera d'un petit torrentó esporàdic de 200 m lineals de recorregut amb alguns petits tributaris, que dona lloc a una petita zona d'inundació al darrere de les formes dunars davanteres. Aquests canals, tot i el seu poc recorregut, transporten força material cap a la platja, donant lloc a importants processos hídrics desestructurants incipients al llarg del recorregut, afavorint la denudació del sòl, el desarrelament de la vegetació de port arbori i l'aflorament de la roca mare a les zones adjacents al sistema dunar afavorit, tot això, per una elevada xarxa de camins no regulats que compacten el sòl, donen lloc a pèrdua de vegetació i fragmentació de l'hàbitat de reraduna o de les dunes semiestabilitzades, no afectant de forma directe a les formes dunars davanteres.

El sistema dunar davanter presenta una potència mitjana de 2,2 m i un bon estat de conservació, amb una extensió de 3.786 m^2, sols fragmentat per algunes formes erosives davanteres de tipus *blowout* que no presenten gran magnitud ni donen lloc a la fragmentació del sistema per pèrdua de sediment cap a la zona interna. Aquestes morfologies a dia d'avui es troben parcialment estabilitzades per la vegetació dunar, que afavoreix l'estabilització del sistema. Segons la classificació morfo-ecològica de Hesp (2002), la duna davantera o *foredune* de cala Borró es pot considerar com a ben conservada i es classificaria dins l'estadi 4 del seu sistema (Fig. 4).

Associat al canal de *runnel* de la zona dunar davantera, es troba un sector de sorres semiestabilitzades, marcat per l'existència d'un camí que fragmenta i compacta la zona de contacte. El sistema assoleix una extensió al voltant de les 17 ha



Fig. 4. Estadi de conservació del sector dunar davanter de cala Borró.
Fig. 4. *Stadium of foredune conservacion of Cala Borró.*



Fig. 5. Alineacions de la sembra de pi (*Pinus halepensis*) a les zones de morfologies estabilitzades.
Fig. 5. *Alignments showing pine* (Pinus halepensis) *in areas of stable morphologies.*

amb força estabilització a la zona més interna i remuntant dels costers. La consulta de la fotografia aèria de 1957 indica que aquest sistema fou reforestat a la part alta de la cala, degut a la homogeneïtat d'alçada de la massa boscosa i la linealitat dels individus (Fig. 5).

La cala de Borró Petit està formada per dues cales de petit ordre vinculades a dues lleres torrencials. Els dos sistemes tenen el seu origen a una línia de costa amb una llargària inferior als 80 m i amplades de platja variables inferiors als 10 m. Les seves superfícies de platja estan separades per un petit promontori rocallós de petita alçada que es configura com a la divisòria d'aigües dels dos canals associats a les platgetes, i sobre els quals es desenvolupen formes dunars de potències inferiors al metre. Vinculades a la cala es desenvolupen formes de tipus grimpant que migren cap a la zona interna mitjançant l'adossament a la topografia dels canals. Tot i això la platja presenta continuïtat morfològica de forma esporàdica.

Les formes dunars tenen el seu inici a la part alta de platja i un desenvolupament terra endins, amb morfologies dunars davanteres d'escassa potència, inferiors al metre, i superfície variable condicionada a processos hídrics. Els seus fronts presenten un bon grau de cobertura vegetal de tipus herbaci, i a mesura que avancen cap els canals els remunten terra endins per la llera, adaptant-se als sectors hidrològicament menys dinàmics (Fig. 6).

Al llarg d'aquestes formes o mants eòlics remuntants es troba vegetació psammòfila, fet indicatiu del dinamisme existent en aquests dos microambients dunars. Aquestes formes dunars tenen una component mixta fluvio-torrencial i eòlica, detectant-se processos de retroalimentació sedimentària, per erosió hídrica i sedimentació eòlica, entre els materials associats als canals de drenatge (Roig-Munar *et al.*, 2007). Les formes dunars és desenvolupen al llarg de tots dos costers, ocupant la zona menys afectada pels processos de caire hídric. Presenten un grau de colonització vegetal aleatori i associat a petits acumulacions arenoses al llarg de la conca fins a les crestes de duna estabilitzada, per sobre l'alçada de 25 m, i amb un fort encaixament sobre els canals de tipus torrencial. Un cop s'arriba a la zona superior de cadascuna d'aquestes conques que condicionen el desenvolupament de les formes dunars, es troben superfícies de mantells eòlics parcialment consolidats per vegetació herbàcia fins la seva imbricació amb les masses forestals, que es troben a la capçalera de les tres cales i conformen el que possiblement antigament era el sistema dunar semiestabilitzat, i actualment estabilitzat per la realització de tasques de fixació per mitjà d'una plantació de pins (Fig. 4). Actualment els processos de desestabilització del sistema provenen de la zona interna, motivada per una falta de regulació de l'ús públic sobre aquests espais.



Fig. 6. Desenvolupament de formes dunars remuntants associades als canals torrencials de Borró Petit.
Fig. 6. *Climbing dune forms associated with torrential channels of Borró Petit.*

Basant-nos en l'observació de la fotografia aèria del vol americà realitzada sobre la zona de Colera el 26 de juliol de 1957 (nombre de fotograma 54.534) es pot establir que els sistemes dunars presentaven força dinamisme i el material sedimentari transportat creuava de la zona N del cap Ras fins a les platges ubicades a la zona sud, on es poden observar als costers de la platja de Borró i del Rasté nivells estratigràfics terrígens amb força matriu d'arenes, que tenen possiblement el seu origen en esllavissades i deposicions corresponents a antics períodes mixtes (eòlics i torrencials) anteriors a la plantació o creixement de vegetació de port arbori que s'hi troba a dia d'avui a la zona més alta del cap Ras i associada a la zona de dunes semiestabilitzades de cala Borró.

Paisatge vegetal

Des d'un punt de vista fitocenològic les dunes constitueixen ambients azonals en els quals la influència del clima sobre la vegetació es troba mediatitzada per l'existència de factors edàfics que condicionen intensament la colonització vegetal. En les acumulacions eòliques de sorra es poden distingir diversos ecotops o tessel·les, en el sentit donat per Bolòs (1962) i Vigo (1998) a aquest terme, en relació amb la variació espacial dels següents factors: la disponibilitat de nutrientes -nitrogen principalment (Escarré, 1989)-, la mobilitat de la sorra per causa de l'acció del vent, la disponibilitat hídrica, la textura del sòl i la deposició de l'aerosol salí.

Un dels factors més importants en la selecció de les espècies vegetals amb capacitat de colonitzar els ambients dunars és la mobilitat del substrat. Les dues aliances fitosociològiques: *Ammophilion* i *Crucianellion*, agrupen respectivament les comunitats dunars que es desenvolupen en els sectors on es dóna una alta mobilitat de la sorra empesa pel vent: la *foredune*, i aquelles altres que colonitzen els mantells sorrencs situats a sotavent, on la mobilitat del substrat és molt baixa.

A Catalunya, la transformació de l'espai litoral sota l'embranzida del turisme que s'ha donat en les últimes dècades ha provocat una reducció del paisatge dunar. Un paisatge que era comú en la majoria de la costa baixa catalana fins fa unes dècades, actualment ha desaparegut o bé ha vist reduïda la seva extensió a un estret cordó

dunar atrapat entre la platja i les àrees urbanitzades. Al cap de Creus, el predomini de la costa alta, rocosa, limita el desenvolupament de les dunes. Les escasses platges sorrenques com les del Port de la Selva o Llançà, estan també intensament urbanitzades, fet que ha limitat el desenvolupament del paisatge dunar. Dins l'àmbit estricte de la península del cap de Creus, Franquesa (1995) només esmenta la presència de retalls de comunitats dunars a cala Portaló, cala Serena i les Canyelles Petites. En el sector de costa comprès entre Llançà i Portbou, a l'únic espai on hi ha un desenvolupament notable de la morfologia dunar que permet l'existència d'un nombre considerable de plantes pròpies d'aquest hàbitat és a la cala Borró. Més al nord, a la platja de Garbet i a la de Colera hi prospera alguna espècie de les platges com: *Euphorbia peplis* i *Polygonum maritimun*, i *Elymus farctus* subsp. *farctus* en alguna acumulació de sorra o duna incipient.

A la cala Borró, la duna davantera o foredune, està colonitzada per un conjunt d'espècies psammòfiles que tenen en els ecotops dunars el seu hàbitat exclusiu. Des d'un punt de vista fitocenològic s'hi distingeixen dues comunitats: la comunitat de jull de platja (*Agropyretum mediterraneum*) i la comunitat de borró (*Ammophiletum arundinaceae*). La comunitat de jull de platja ocupa una franja estreta d'un parell de metres allà on s'inicia l'acumulació eòlica de sorra, i està integrada per dues espècies principals: el jull de platja (*Elymus farctus* subsp. *farctus*) i l'esporobolus (*Sporobolus pungens*), que estan acompanyades per la barrella punxosa (*Salsola kali* subsp. *ruthenica*), una planta nitrohalòfila força comuna a la majoria de platges del litoral català. A continuació, la duna està colonitzada per una densa població de borró (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*), amb un recobriment superior al 90%, i on hi són presents espècies característiques d'aquesta comunitat com el lliri de mar (*Pancratium maritimum*), el violer marí (*Matthiola sinuata* subsp. *sinuata*), la lleterassa marina (*Euphorbia paralias*), la campaneta de mar (*Calystegia soldanella*), el melgó marí (*Medicago marina*) i la silene de platja (*Silene niceensis*).

Sembla ser que la duna ha avançat fins a mig cobrir una petita però molt densa població de tamarius (*Tamarix* sp.), que ja s'observava a la fotografia aèria de l'any 1957, i que colonitzava el sector posterior de la platja alta, un fenomen que es repeteix a altres platges del litoral gironí, on s'acumula sovint l'aigua transportada pels petits reguerots que baixen pels costers de darrera la cala, i on hi apareixen algunes espècies halòfiles com el donzell (*Artemisia gallica*), el salat blanc (*Atriplex halimus*) i un limonium (*Limonium* cf. *tremolsii*). L'espai és travessat per un sender força freqüentat en les immediacions del qual hi tornen a aparèixer el jull de platja i l'esporobolus. En aquest espai i com a conseqüència de l'acumulació d'aigua la humitat del sòl es més elevada i apareixen espècies com el jonc acut (*Juncus acutus*) i el jonc boval (*Scirpus holoschoenus*).

Sobre el mantell de sorra que s'enfila vessant amunt, a la part posterior de la cala encara hi apareix alguna espècie psammòfila com el lliri de mar, envoltada però per un conjunt florístic on predomina la bufalaga marina (*Thymelaea hirsuta*), el plantatge subulat (*Plantago subulata* subsp. *subulata*) i la sempreviva borda (*Helichrysum stoechas*), en una comunitat assimilable al *Thymelaeo-Plantaginetum* que és la comunitat que predomina en els vessants rocallosos que voregen la cala.

La part alta està ocupada per una pineda de pi blanc (*Pinus halepensis*) de repoblació, amb el sotabosc densament

colonitzat pel llistó (*Brachypodium retusum*) i, d'acord amb Franquesa (1995), assimilable a l'associació *Tuberario-Brachypodietum retusi*, en el qual apareixen algunes espècies arbustives pròpies dels alzinars com l'aladern (*Rhamnus alaternus*) i el llentiscle (*Pistacia lentiscus*).

Evolució del paisatge

L'observació de les fotografies aèries de l'any 1957, i les dades que consten en el cadastre de rústica dels anys 60 del segle passat, mostren un paisatge del cap Ras ben diferent de l'actual.

Les fotografies aèries indiquen un predomini de les cobertes herbàcies i un paisatge forestal inexistent. A la part alta de la cala i en el vessant orientat al sud, s'hi observaven unes parcel·les de conreu que segons la informació que consta en el Cadastre, corresponien a vinyes. Un fet que es pot corroborar actualment al camp a l'existir encara alguns peu de vinya que sobreviuen envoltats per les espècies de la brolla de tomaní (*Lupino-Lavanduletum*) i del llistonar (*Tuberario – Brachypodietum retusi*), que colonitzen en mosaic els vinyars abandonats.

Encara que a la fotografia aèria de l'any 1957 no s'observa cap pineda en tot el cap Ras, a la fitxa cadastral de desembre del 1961 consta que hi havia més de 16 hectàrees corresponents a una pineda de repoblació en el vessant del cap Ras orientat al nord, el qual pertany al municipi de Colera.

Per altra banda, el cadastre de Llançà, al qual pertany el vessant orientat a llevant no indica tampoc la presència de pins a començament de la dècada dels 60, per tant s'ha de suposar que la plantació de pins en aquest sector va ser posterior.

Gestió

Tot i que podem dir que el sistema dunar presenta un estat de conservació aparentment acceptable, aquest es troba sotmès a una forta pressió de caire turístic-recreatiu, afavorit pels seus elevats graus de publicitació com espai natural no urbà. Aquests índexs de freqüentació sobre ambients fràgils i dinàmics accelera de forma continuada els processos erosius directes sobre les formes i vegetació dunar, i de forma indirecte sobre els ambients directament associats, com ara la xarxa de camins d'accés a la cala.

En els darrers anys, tot i l'aparença, les gestions realitzades sobre aquests espais dunars no han afavorit la seva recuperació i estabilització, ja que aquestes han consistit en l'aplicació de mesures dures de gestió pròpies d'espais fluvio-torrencials i d'estabilització de conques hídriques, no tenint present el sistema dunar com un espai fràgil, dinàmic i vulnerable.

La conservació d'aquest hàbitat dunar depèn de la coherència les gestions directes i indirectes realitzades sobre ell, l'evolució i la tendència del sistema està condicionada a les variables geomorfològiques, ambientals i socials que actuïn sobre cadascun dels sectors del perfil platja-duna (Roig-Munar *et al.*, 2006). Es per això que es recomanable aplicar mesures toves de gestió basant-nos amb les corbes de sensibilitat morfoecològica dels dos ambientals platja-duna, el submergit i l'emergit (Roig-Munar i Martín-Prieto, 2005). Per una banda gestionar i controlar els impactes sobre l'àmbit submergit, realitzant un control del fondeig de vaixells sobre els pradells de *Posidonia oceanica*, per d'aquesta manera evitar la destrucció de l'ecosistema productor d'una important part del sediment arenós de la platja, per que la

seva presència incrementa la rugositat de fons i disminueix la profunditat crítica que provoca la modificació de l'onatge dels grans temporals, i perquè el desenvolupament i la construcció de la mata fa que els pradells de *Posidonia oceanica* puguin actuar com una barrera natural en la zona submergida. Aquestes gestions són prioritàries en un ambient fortament freqüentat per turisme recreatiu de vaixells (Lloret *et al.*, 2008).

Pel que fa a la platja emergida es fa necessari el manteniment de les bermes acumulades de restes de *Posidonia oceanica*, degut al seu paper protector de platja, aportació de material sedimentari imbricat, i font de nutrients per les comunitats vegetals de les morfologies dunars davanteres (Cardona i Garcia, 2008), i el manteniment dels perfils naturals de platja alta i talussos davanters de unes, evitant actuacions mecanitzades. El sistema dunar davanter ha de ser el reservori natural del sistema platja-duna, i mantenir la seva integritat passa per controlar i evitar l'ús indiscriminat d'aquestes formes com a àrees de repòs i trànsit d'usuaris, així com reconduir les gestions artificialitzadores i rígides realitzades darrerament.

Conclusions

L'artificialització que ha sofert en les darreres dècades el litoral català ha afectat d'una manera molt intensa els paisatges dunars. La desaparició d'aquests hàbitats a molts sectors de la costa està provocant l'aïllament biogeogràfic de les poblacions d'espècies psammòfiles que tenen a les dunes el seu hàbitat exclusiu. Aquest aïllament encara és més patent en aquells sectors litorals com el cap de Creus, on els hàbitats dunars es mantenen actualment només en un nombre molt escàs de platges.

La presència a la cala Borró d'un bon nombre d'espècies psammòfiles fa necessària la seva preservació per evitar la degradació i l'empobriment florístic de les comunitats existents a causa dels impactes derivats de la freqüentació dels usuaris de la platja.

Tot i l'escassa magnitud dels sistema dunar es pot afirmar que aquest reducte es troba actualment en unes condicions acceptables, conservant una bona estructura del perfil de platja submergida, amb pradells de *Posidonia oceanica*, i amb un sector de platja estable amb morfologies de dunes davanteres ben conservades, representant, tot plegat, un testimoni dels antics ambients sedimentaris de la Costa Brava, actualment extintes per processos urbans.

Agraïments

A Jaume Vicens i Perpinyà (Àrea de Medi Natural. Serveis Territorials a Girona del Departament de Medi Ambient i Habitatge). Aquest treball ha estat finançat en part pel projecte del *Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología*: "Delimitación funcional de los elementos de conservación como objetivo de la gestión integrada de zonas costeras: la estructura ecológica principal" (Ref.: CGL2006-13953-C04-02/BOS).

Bibliografia

Barriocanal, C. i Gesti, J. 2004. Ecosistemes dunars. Aiguamolls del Baix Ter. *Papers del Mongrí*, 23: 128-132.

Bolòs, O. de. 1962. Botànica i Geografia. *Mem. R. Acad. Cien. y Artes*. Vol 34, nº 14: 443-480 pp. Barcelona.

Cardona, L. i Garcia, M. 2008. Beach-cast seagrass material fertilizes the foredune

vegetation of Mediterranean coastal dunes. *Acta Acologica* 34-1, 97-103.

Cros. Ll i Serra, J. 1990. Las formas dunares del Baix Empordà (Girona). *Notes de Geografia Física*, 19: 45-56.

Cros. Ll i Serra, J., 1993. A Complex dune system in Baix Empordà (Catalonia, Spain). Geological Society, London, Special Publications, 1993; v. 72: 191-199.

Escarré, A., Seva, E. i Martín, J. 1989. *Estudios sobre el medio y la biocenosis de los arenales Costeros en la provincia de Alicante*. Publicaciones del Instituto Gil Albert. Alicante.

Franquesa, T. 1995. *El Paisatge vegetal de la península del cap de Creus.* IEC. Barcelona.

Hesp, P., 2002. Foredunes nd Blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.

ICC, 2000. *Mapa Geològic de Catalunya* E: 1:25.000, full Llançà, 221-1-2 (79-20). Barcelona.

Lloret, J., Zaragoza, N., Caballero, D. i Riera, V. 2008. Impacts of recreational boating on the marine envirnment of Cap de Creus (Mediterranean Sea). *Ocean & Coastal Management*. 51: 749-754.

Marqués, M. A. i Julià, R. 1983. Caracterrísticas geomorfológicas y evolución del medio litoral de La zona de Empuries (Girona). *Series Cadernos do Laboratorio de Laxe y Nova Terra*, vol. 5: 155-165.

Marqués, M. A. i Julià, R. 1987. St. Pere Pescador beach-dune interaction. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 3: 57-61.

Pintó, J. i Panareda, J.M. 2007. Changes in coastal dunes of Catalonia in the last 150 years. In: *Internacional Conference on Management and Restoration of Coastal Dunes, ICCD'07*. Libro de ponencias, 165-166.

Roig-Munar, F. X. i Martín-Prieto, J. A. 2005. Efectos de la retirada de bermas vegetales de *Posidonia oceanica* sobre playas de las islas Baleares: consecuencias de la presión turística. *Investigaciones Geográficas*. Univ. de México, 57: 39-52.

Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J. A. i Fraga, P., 2007. Descripció del sistema dunar de Cala en Carbó (NW Menorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 50: 77-85.

Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J.A., Comas E. i Rodríguez-Perea, A. 2006. Space-Time Analysis (1956-2004) of Human use and management of the Beach-Dune Systems of Menorca (Balearic Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*, Special Issues, 48: 107-111.

Roig-Munar, F. X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Pons, G.X. 2007. Cuantificación del contenido sedimentario de los restos de *Posidonia oceanica* en las playas y foredunes de Menorca. In: Gómez-Pujol, L. i Fornós, J.J. (eds). *Investigaciones Recientes (2005-2007) en geomorfología litoral*. UIB, IMEDEA, SHNB, SEG, Palma, pp 89-93.

Romero, J. 2002. Els herbassars submarins de la Mediterrània. *L'Atzavara*, 8: 5-8.

Vigo, J. 1998. Some reflections on geobotany and vegetation mapping. *Acta Bot. Barc*. 45 (Homenatge a Oriol De Bolòs): 535-556. Barcelona.

Vilar, Ll., Font, J. i Polo, Ll. 1994. Les dunes litorals, un paisatge singular en regresió. *Revista de Girona*, 164: 62-66.